

LE LEAN IX SIGMA DANS L'AQUACULTURE : MISE EN PLACE DU DMAIC AU SEIN DE L'INDUSTRIE D'ÉLEVAGE AU MAROC

Kaoutar HALIM

Professeur Assistant, Laboratoire LARMAD, ENCG-Dakhla, Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc

k.halim@uiz.ac.ma

RESUME

Le secteur de l'aquaculture est aujourd'hui de plus en plus confronté à des contraintes économiques et des défis en matière de qualité, de délai et de sécurité des produits. Ces contraintes et défis amènent les industries du secteur à améliorer continuellement leur fonctionnement, leur productivité et l'efficacité de leur processus.

Le Lean Six Sigma est actuellement perçu comme l'une des approches managériales et d'amélioration des processus la plus pertinente. Il permet d'optimiser la performance économique et opérationnelle des entreprises travaillant notamment en juste-à-temps. Le recours à cette approche dans l'aquaculture peut présenter plusieurs avantages significatifs, tant pour l'industrie et ses employés que pour ses clients.

Cet article s'inscrit dans cette perspective. Il vise à améliorer la productivité, par le déploiement pratique du Lean Six Sigma dans l'industrie de l'aquaculture, précisément le cas de notre entreprise d'étude «X», tout en mobilisant la méthode DMAIC. La transformation de l'entreprise vers un fonctionnement Lean Six Sigma permet d'améliorer sa productivité, par une réduction à la fois des gaspillages et de dispersion.

Aucune recherche n'a été menée sur le déploiement de ladite démarche dans l'industrie de l'aquaculture, en particulier au Maroc. Nous envisageons par la présente étude d'apporter des résultats utiles aux chercheurs et aux praticiens de la démarche Lean Six Sigma, impliqués dans l'optimisation de la performance industrielle.

Mots clés : Lean, Excellence opérationnelle, Six Sigma, Amélioration continue, Processus, Industrie de l'aquaculture, DMAIC.

1. INTRODUCTION

La mondialisation de l'économie, la globalisation des marchés, l'émergence de nouvelles technologies et l'exigence de la qualité sont autant de défis qui imposent de mener des démarches d'amélioration du modèle managérial adopté par les entreprises. Cela consiste à entreprendre des actions permanentes et durables permettant l'amélioration des performances.

Pour les gestionnaires industriels, l'amélioration est un moyen nécessaire pour surmonter les défis auxquels les entreprises de production sont confrontées, notamment avec la pression concurrentielle et les difficultés d'intégration des acteurs aux chaînes de valeur mondiales. Ce processus d'amélioration passe par l'élimination des dysfonctionnements et le renforcement des opérations génératrices de valeur, par le biais d'outils et des méthodes, mais également du travail en équipes.

C'est dans un tel contexte que des approches comme le Lean Management et le Six Sigma ont émergé un ensemble d'outils, afin d'améliorer l'efficacité opérationnelle des systèmes de production travaillant notamment en juste-à-temps.

Le Lean est une approche de management qui a vu le jour au Japon chez Toyota, dans les années 50. Il vise continuellement à améliorer la qualité, l'efficacité des processus et l'élimination des gaspillages. Quelques années plus tard, la société Motorola a inventé pour la première fois une méthode de gestion structurée, basée sur des outils statistiques: le «Six Sigma». Cette démarche vise à améliorer la qualité et l'efficacité des processus opérationnels. Il faut rappeler que les premières applications du six sigma ont été limitées aux secteurs industriels, avant d'être élargies à d'autres secteurs d'activité.

Aujourd'hui, l'intégration du lean et du six sigma dans l'amélioration des processus et des systèmes de production devient nécessaire. En effet, la mise en place de ces deux méthodologies permet d'assurer deux objectifs clés: la recherche de la création de valeur maximale pour le client et l'utilisation d'un minimum des ressources.

C'est dans cette perspective que s'inscrit l'intérêt de cet article visant à proposer une approche d'amélioration orientée vers le lean six sigma. L'originalité de cette recherche réside dans le fait qu'elle est centrée sur un secteur peu traité par la littérature, celui de l'aquaculture, et plus particulièrement les entreprises de production opérant dans ce secteur.

La littérature sur ce sujet, montre que jusqu'à l'heure présente, aucune étude portant sur la gestion des processus de production des produits aquacole par le lean six sigma n'a été réalisée. Les recherches publiées s'intéressent notamment à l'innovation comme axe majeur conduisant à une amélioration de la productivité et une baisse des coûts de production dans les industries de l'aquaculture (Bergesen et Tveterås, (2019) ; Kumar et al. (2018) ; Kumar et al. (2021)).

Nous nous concentrons sur la question de la mise en place de la démarche lean six sigma au sein d'une industrie de l'aquaculture, située au sud du Maroc. Or, l'objectif de cet article est donc de :

- Appliquer la méthodologie DMAIC pour améliorer la productivité au sein d'une entreprise de l'aquaculture , intitulée dans notre article «X».
- Proposer des recommandations pour améliorer deux processus : réception et conditionnement de ladite

entreprise.

- Éliminer les gaspillages et les opérations à non valeur ajoutée.

Le secteur de l'aquaculture occupe une place importante dans l'économie marocaine. Le pays s'est lancé dans cette activité depuis les années 50, pour diversifier ses sources de revenus, mais aussi pour assurer sa sécurité alimentaire. En effet, face aux effets de la raréfaction des ressources halieutiques et du réchauffement climatique, l'aquaculture est apparue comme une alternative à la pêche de capture. Le développement du secteur constitue un objectif stratégique prioritaire pour l'Etat marocain.

Pourtant, et malgré les potentialités, le soutien aux différentes structures du développement et les nombreux investissements dans ledit secteur, la production aquacole reste relativement faible, et avoisine les 1 300 tonnes, contre 2 006 tonnes en 2021, ce qui représente moins de 0,5% de la production halieutique total (d'après des données de la Banque Mondiale).

Plusieurs défis industriels restent posés pour le Maroc, dont la création d'un secteur industriel aquacole performant et moderne, qui répond aux objectifs de la stratégie de développement «Halieutis 2020-2030».

Ainsi, le reste de l'article est organisé comme suit. La deuxième section présente une revue de littérature et les concepts clés liés à notre étude. La troisième section donne un aperçu de l'état du secteur de l'aquaculture dans le monde, ainsi qu'au Maroc. La section quatre présente la méthodologie de recherche adoptée. Par la suite, la cinquième section est consacrée à la présentation des résultats de l'étude qualitative. Une sixième section présente la mise en œuvre de la démarche lean six sigma dans l'entreprise "X", pour finir par une conclusion qui rappelle nos objectifs, et ouvre une piste de recherche pour les futurs travaux.

2. REVUE DE LITTÉRATURE

2.1. Le Lean Management : fondements et objectifs

Le lean management est défini comme une approche systématique, développé initialement par Toyota dans les années 50 (Aziz & Hafez, 2013). C'est une logique d'organisation et d'amélioration, qui permet d'atteindre l'excellence opérationnelle (Liker, 2004), par l'identification et l'élimination de toutes formes de gaspillages.

Depuis son apparition, le système de management par lean n'a pas cessé d'attirer de grands nombres d'entreprises opérant dans différents secteurs, notamment industriels. L'industrie automobile a été le premier déploiement de cette démarche (Kumar BR et al., 2015), suivie par d'autres industries, comme l'aéronautique (Kumar BR et al., 2015), l'électronique (Worley & Doolen, 2006), le textile (Manfredsson, 2016), la santé, la construction (Oliveira et al., 2022) et le tourisme (Orlov et Kankhva, 2022), etc.

Le lean s'appuie sur quatre principes clés : la valeur ajoutée, les gaspillages, les flux continu et la perfection des processus (Vieira et Lopes, 2019). Il s'agit de supprimer les gaspillages et les tâches à non-valeur ajoutée, de créer de la valeur pour le client et d'améliorer la performance des processus (Pearce & Pons, 2019).

Cette démarche est basée sur l'amélioration continue, ce qui engage et implique tous les niveaux de l'entreprise, afin d'optimiser le SQDC (sécurité, qualité, délai et coût) (Martínez-Jurado & Moyano-

Fuentes, 2014; Womack & Jones, 1997). Cependant, pour atteindre ces objectifs, le lean fait appel à un ensemble de pratiques et d'outils adaptés, et mis en œuvre de façon cohérente et logique, tels que : Kanban, 5S, VSM, SMED, Takt Time, Heijunka et TPM.

Néanmoins, pour réussir un projet lean, il est indispensable de combiner entre trois dimensions : un changement de la culture organisationnelle, un changement des pratiques opérationnelles et des outils de gestion et la culture d'amélioration continue (Sparrow & Otaye-Ebede, 2014 ; Achanga et al., 2006). Il faut cependant souligner que la transformation lean ne se limite pas à l'utilisation de méthodes et d'outils, mais concerne avant tout le facteur humain, étant la clé de voûte de la performance de toute approche d'amélioration. En effet, l'implication du personnel est une composante essentielle de la réussite du projet lean.

2.2. Le Six Sigma : un outil d'amélioration des processus

Le «Six Sigma» se traduit par le zéro défaut. Cette approche a été développée pour la première fois chez Motorola, dans les années 80. L'idée étant d'utiliser des outils statistiques, à savoir l'écart type (identifié par le symbole σ), pour mesurer la qualité des opérations, des produits et identifier les causes des défauts (Büyükoçkan et al., 2010). L'approche six sigma repose principalement sur l'amélioration de la qualité et l'efficacité des processus (Kumar et al., 2011), avec pour objectif d'améliorer la productivité, la part de marché, d'optimiser le temps de cycle et de satisfaire les clients (Patel et Desai, 2018).

Techniquement, le concept «Six Sigma» fait référence à l'indicateur « σ » permettant de mesurer la dispersion des données autour de la moyenne. La détermination de l'écart permet de juger la stabilité du processus : plus cet écart est faible, c'est à dire que les données sont proches de la moyenne, plus le processus est stable et prévisible.

La mise en place du six sigma suit une démarche structurée en cinq étapes (connue sous l'acronyme **DMAIC**) : **D**éfinir, **M**esurer, **A**nalyser, **A**méliorer et **C**ontrôler (Antony et., 2022).

- Définir et identifier le problème et les objectifs du projet.
- Mesurer et examiner l'état actuel du problème.
- Analyser la situation actuelle du processus et identifier les causes possibles.
- Améliorer en élaborant un plan d'action qui englobe un ensemble des solutions.
- Contrôler le respect des pratiques et l'amélioration permanente du processus.

D'un point de vue opérationnel et stratégique, il apparaît que de nombreuses entreprises ont intégré le six sigma à leurs stratégies de production, pour optimiser à la fois les coûts et l'efficacité (Sin et al., 2015). De même, et pour la majorité, l'adoption de cette démarche est une condition préalable pour faciliter l'accès aux marchés internationaux.

Il est à noter que l'intégration du six sigma ne se limite pas au secteur de production et des industries de services, mais concerne également d'autres domaines d'activité. Des études montrent que la mise en œuvre du six sigma dans les industries du logiciel permet d'améliorer la performance de ses industries.

Au regard de la littérature, la mise en oeuvre du six sigma suscite l'intérêt de plusieurs chercheurs de différents domaines scientifiques. A cet égard, Garg et al. (2004) ont proposé un modèle mathématique pour étudier le problème de conception d'une chaîne logistique de distribution du gaz de pétrole liquéfié par le six sigma. L'approche proposée permet d'optimiser l'efficacité du réseau de distribution.

Le travail de Uluskan et al. dans (Ulskan et al., 2017), traite d'une part, la relation entre les pratiques six sigma et les pratiques traditionnelles pour la gestion de la qualité. D'autre part, l'impact de la mise en œuvre de cette approche sur la performance organisationnelle. La technique utilisée, dans cette étude, est celle des enquêtes, qui sont destinées à des membres de l'industrie américaine du textile et de l'habillement. Les résultats confirment l'impact significatif et direct de l'implémentation du six sigma et de la gestion de la relation client sur la performance organisationnelle et globale. De même, Singh et Lal (2016) ont étudié la mise en œuvre de la méthode DMAIC pour une industrie automobile des silencieux d'échappement. Suite au déploiement du six sigma, le taux de rejet de la production de silencieux a diminué de 8,21% à 4,81%. De plus, la capacité du processus est passée de 91,73% à 95,19%.

2.3. Le Lean Six Sigma : vers une synergie entre les deux approches pour maximiser la performance des industries

Le lean et le six sigma sont deux approches différentes et complémentaires (Powell et al., 2017). Ils sont des leviers qui permettent aux organisations d'atteindre l'excellence opérationnelle et l'optimisation des performances.

Récemment, et face à la complexité des systèmes, notamment de production. Aussi, la difficulté d'intégration des entreprises aux chaînes de valeur mondiale et la recherche constamment à améliorer la productivité, l'efficacité et la qualité des produits, une nouvelle approche s'est développée. Il s'agit d'une démarche hybride, appelée «Lean Six Sigma», apparue pour la première fois, dans l'ouvrage de [Barbara W. et al., 2001].

Le lean six sigma est une méthodologie d'amélioration qui combine les principes du lean et les méthodes de six sigma. Il vise à maximiser la performance des processus opérationnels, en termes de productivité, de qualité, de délais et de coûts (voir figure 1), par l'élimination des gaspillages et la réduction de la variabilité (Powell et al., (2017) ; Klochkov et al., (2019)).

Figure 1 : Les clefs du Lean Six Sigma



Source : George et al. 2010

De nombreuses entreprises multinationales ont recouru au lean six sigma pour atteindre l'excellence opérationnelle. En 2013, une première étude a été publiée sur l'application de la méthodologie lean six sigma dans l'industrie agroalimentaire. L'objectif étant de réduire les variations, les coûts des processus et d'augmenter la productivité (Costa, et al. 2018).

3. L'AQUACULTURE, UN SECTEUR EN PLEINE DEVELOPPEMENT

3.1. Les systèmes de production aquacole dans le monde

Au cours des dernières décennies, l'activité de l'aquaculture constitue une solution efficace pour combler le déficit d'approvisionnement en ressources marines, lié notamment aux besoins des populations en la matière, et qui deviennent chaque année plus importants. Selon la FAO (FAO, 2022), le recours à cette technique permet de relever le double défi de la sécurité alimentaire et de la viabilité écologique.

C'est dans cette perspective que le secteur de l'aquaculture a connu une croissance plus rapide que tout autre secteur de production alimentaire. Ainsi, la production mondiale est passée de 2,6 millions de tonnes en 1970 à 87,5 millions de tonnes en 2020. Les pays de l'Asie, dont la Chine, les Philippines, la Corée du Sud et le Japon, ont joué un rôle essentiel dans cette croissance. Il faut souligner qu'en 2021, 88% de la production aquacole mondiale a été réalisée dans trois régions de l'Asie : Sud, Sud-Est et région de l'Est (FAO, 2022).

La performance de l'aquaculture asiatique résulte de l'action menée par les pouvoirs publics en matière de développement des infrastructures, de renforcement des liens commerciaux et de collaboration entre intervenants et partenaires du secteur.

De plus, le développement des nouvelles espèces, des connaissances managériales, des innovations techniques, ainsi que technologiques, ont conduit à des pratiques de production intensives (sche et al. 2022), et contribué au développement de l'aquaculture en Asie mais aussi à l'échelle mondiale.

Il faut souligner que l'intégration des techniques innovantes adaptées, qui prend en compte la nature dynamique et complexe de ce secteur a une influence importante sur la compétitivité de l'ensemble de la chaîne de valeur.

3.2. L'aquaculture au Maroc: Quel positionnement dans la chaîne de valeur mondiale?

Au Maroc, l'activité de l'aquaculture a démarré depuis les années 50, et comporte actuellement trois filières : conchyliculture, algoculture et pisciculture. La production aquacole avoisine les 1 300 tonnes en 2022, contre 2 006 tonnes en 2021, ce qui représente moins de 0,5% de la production halieutique totale (d'après des données de la Banque Mondiale). Une production qui reste relativement faible, malgré les potentialités, le soutien aux différentes structures du développement et les nombreux investissements dans ledit secteur. Aujourd'hui, le secteur de l'aquaculture marocain compte 60 fermes aquacoles actives, dont 45% des fermes sont localisées dans la région de Dakhla Oued Eddahab (ANDA).

Le développement de la production des produits de l'aquaculture est une priorité nationale au Maroc. Le secteur accorde une attention particulière des acteurs à la fois publics et privés, et constitue un véritable

moteur de développement dans l'économie nationale (2% du PIB national). C'est dans ce sens que plusieurs réformes et programmes de développement ont été adoptés par les pouvoirs publics, à titre d'exemple: la stratégie «Halieutis 2020-2030», qui a été relancée, afin d'améliorer la modernisation et la compétitivité du secteur. D'après le rapport publié sur le projet de finances 2020, la stratégie halieutis vise à tirer profit des atouts du secteur des pêches maritimes et de l'aquaculture et libérer les freins à sa croissance, elle s'appuie notamment sur:

- la préservation des ressources halieutiques;
- la mise à niveau du secteur; et le renforcement de sa contribution au développement économique et social du pays.

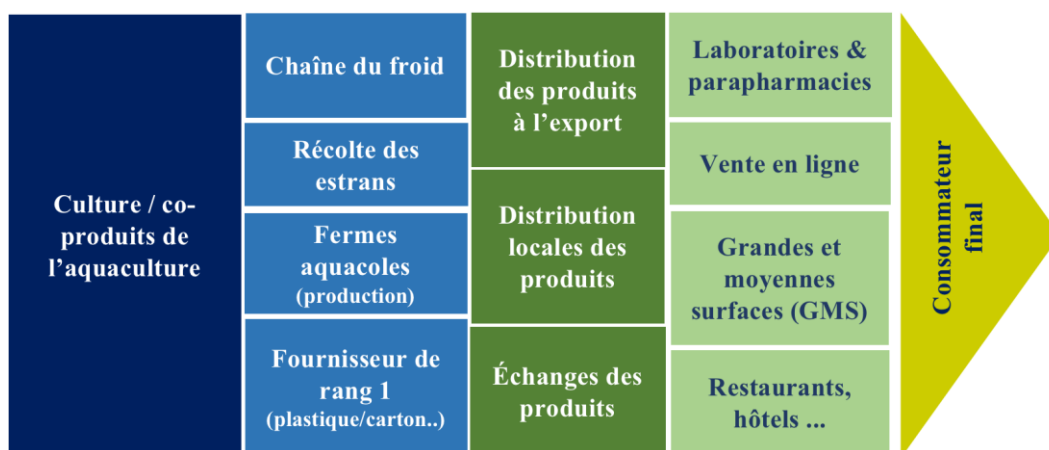
Selon le président de la fédération des pêches maritimes, plusieurs contraintes hypothèque le secteur de l'aquaculture, qui sont résumées en deux facteurs: des facteurs biologiques liés aux conditions climatiques, et d'autres organisationnels et de sécurité.

Selon la même source, «il reste encore du chemin pour insuffler une nouvelle dynamique dans le secteur...». Il ajoute, les axes d'amélioration concernent notamment : la modernisation des méthodes de gestion et la création d'une culture d'entreprise basée sur la confiance, les valeurs.....

La gestion du secteur industriel aquacole présente l'un des objectifs majeurs posés pour les parties prenantes. En effet, l'objectif est clair : créer un secteur industriel aquacole compétitif et moderne, qui répond aux objectifs de la stratégie de développement. La finalité est donc de faciliter l'insertion des industries marocaines opérant dans ce secteur dans les chaînes de valeur mondiale, de s'adapter aux marchés internationaux et à une concurrence qui évoluent très rapidement.

La chaîne de valeur de l'aquaculture est complexe, allant des producteurs aux consommateurs et aux distributeurs, en passant par diverses parties prenantes (voir figure 2). Au niveau de cet article, nous allons mettre l'accent sur les entreprises de production, qui restent la principale responsable des gaspillages.

Figure 2: Chaîne de valeur de l'aquaculture



Source : Auteur

Il faut reconnaître que le Maroc dispose d'atouts non négligeables qui peuvent favoriser la réalisation des

objectifs de la stratégie «halieutis». Cependant, et sur le plan opérationnel, les acteurs industriels doivent aussi faire un effort, et investir dans la modernisation des méthodes de gestion, par la mise en place des stratégies d'amélioration permettant d'optimiser leur performance.

4. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

4.1. Terrain de l'étude

Notre terrain d'étude est une entreprise de l'aquaculture, située au sud du Maroc, précisément dans la région de Dakhla Oued Eddahab. Les chiffres clés de cette région sont présentés dans la figure 3.

Figure 3: les chiffres clés de la région d'étude



Source : l'agence nationale pour le développement de l'aquaculture (ANDA)

La production de l'entreprise "X" (cas d'étude) est destinée principalement au marché international. Cela explique sa volonté à se développer en intégrant des outils de gestion, capable d'optimiser la productivité. En effet, l'environnement externe impose une adaptation au changement, en mettant l'innovation et la modernisation des processus au cœur des préoccupations des parties prenantes concernées.

4.2. Collecte de données

L'étude a été conduite en deux mois. Les données utilisées pour le projet d'amélioration ont été collectées auprès de l'entreprise "X". Ainsi, pour comprendre son activité, son fonctionnement, et détecter les vraies anomalies, nous avons fait des visites à l'entreprise et ses services. La phase de l'observation a été suivie par des entretiens semi-directifs, ayant pour but de compléter les données collectées, mais aussi de déterminer les indicateurs qui ont un impact sur la productivité. Le guide d'entretien réalisé s'organisait autour de 14 questions ouvertes. Ces questions sont regroupées en 3 grands axes :

- la motivation, l'intégration et la responsabilité du personnel;
- la gestion du temps et l'organisation de la production;
- la concentration sur les opérations génératrices de valeur.

Le choix de la population s'est fait par une sélection précise de personnes déterminées en fonction de l'objectif à atteindre et non par une méthode d'échantillonnage.

Tableau 1 : Informations sur le guide

Composition de la population cible
- Coordinateur export et Supply Chain - Responsable qualité - Responsable de la production - Responsable de la station
Période des entretiens
Entre Avril et Mai
Durée des entretiens
Entre 15 à 20 minutes par entretien

Avant la mise en place du projet, nous avons commencé par la collecte des données à l'aide des études publiées, des rapports d'activité et de l'observation des processus opératoires des principales entreprises opérant dans l'aquaculture dans la région de Dakhla Oued Eddahab. De plus, des entretiens non directifs ont été menés auprès du délégué de la pêche de la région, des dirigeants et des responsables des opérations des entreprises de production. L'objectif étant de sensibiliser les acteurs (dirigeants et responsables des

opérations...) de l'importance de l'amélioration continue, précisément du lean management et du lean six sigma dans la gestion et l'amélioration de l'efficacité des processus de production des produits aquacoles.

4.3. Déroulement du projet d'amélioration et posture épistémologique

Les étapes de l'étude d'amélioration s'appuient sur la méthode **DMAIC** (**D**éfinir, **M**esurer, **A**analyser, **A**méliorer et **C**ontrôler), issue de la démarche lean six sigma. Les cinq phases de cette méthode sont détaillées ci-dessous.

- **Étape 1** : Définir et analyser le problème de la productivité des processus
- **Étape 2** : Mesurer et déterminer les indicateurs impactant la productivité des processus
- **Étape 3** : Analyser les dispersions des temps de cycle des processus et identifier les goulots d'étranglement
- **Étape 4** : Améliorer les processus : réception et conditionnement
- **Étape 5** : Contrôler la mise en place des actions et mesurer l'apport.

Pour le raisonnement épistémologique, nous avons suivi deux approches scientifiques complémentaires : inductive (observation) et déductive (littérature). L'approche inductive consiste à observer les données collectées du terrain, pour ensuite aboutir à des conclusions. Alors que la deuxième approche dite déductive vise à tester et valider empiriquement des hypothèses pour expliquer un phénomène, à travers une approche qualitative.

5. RESULTATS DE L'ÉTUDE QUALITATIVE

Afin de répondre à l'objectif de cette recherche qui est de mettre en place le DMAIC pour améliorer la productivité au sein de l'entreprise "X", nous avons d'abord présenté les résultats de l'étude qualitative (figure 4) en trois axes : la motivation, l'intégration et la responsabilité du personnel, la gestion du temps et l'organisation de la production et, la concentration sur les opérations génératrices de valeur.

Motivation, intégration et responsabilité du personnel

Les questions ont été destinées à collecter des informations sur la situation actuelle des opérateurs de la société. Ces derniers sont-ils formés, motivés et dirigés à avoir un esprit d'équipe.

Les résultats des entretiens ont montré que les opérateurs profitent seulement des formations aux BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène), qui n'ont pas une relation avec le lean six sigma ou l'excellence opérationnelle. De plus, la notion du chef d'équipe est absente, malgré son rôle nécessaire dans la bonne gestion de l'équipe et le bon déroulement des opérations.

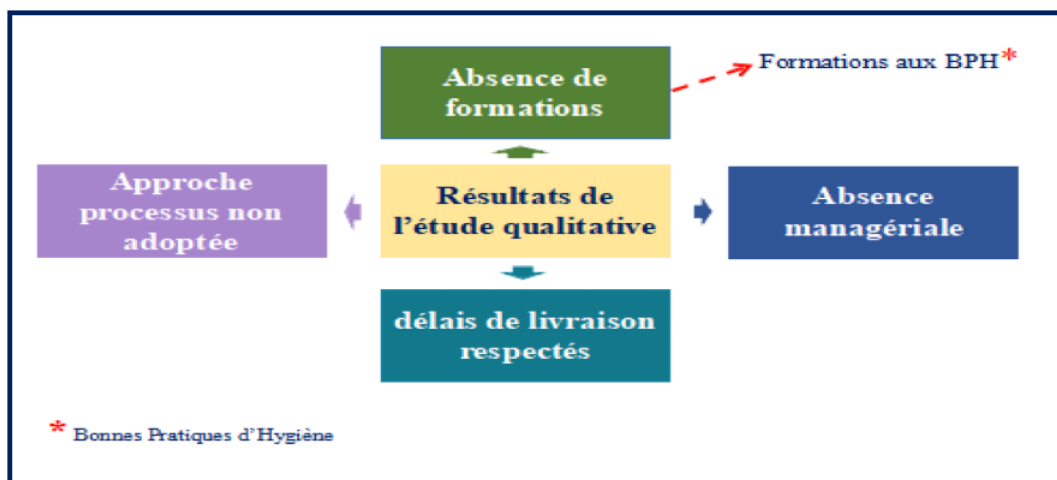
Organisation des processus

Il s'agit d'ailleurs de la première étape des démarches d'amélioration continue, qui favorise la transversalité dans les entreprises. Cependant, aucune démarche de management par les processus n'est adoptée par cette société. Pourtant, l'ISO 9001 encourage son adoption.

Gestion du temps

Les délais de livraison sont presque toujours respectés, l'amélioration de la productivité est une finalité primordiale pour la direction du département. L'objectif est donc de respecter une limite minimale de 1 000 kg/h pour le conditionnement et 600 kg/h pour la réception.

Figure 4 : Résumé des principaux résultats de l'étude qualitative



Source : Auteur

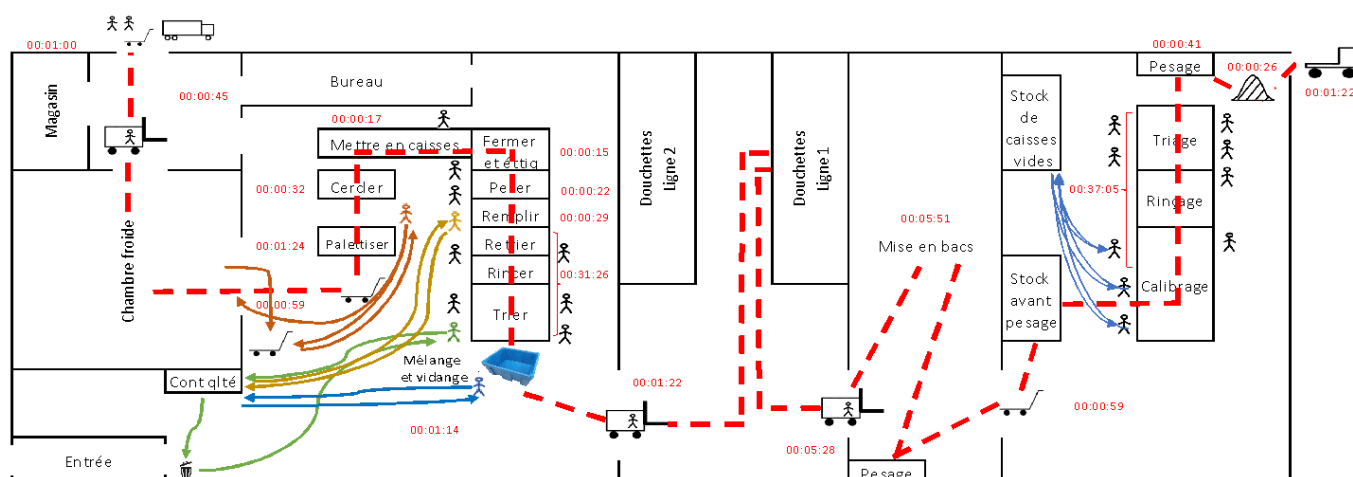
6. LA MISE EN OEUVRE DU LEAN SIX SIGMA DANS L'ENTREPRISE «X»

L'implémentation du lean six sigma s'appuie sur les cinq étapes du DMAIC.

Etape 1: Définir

Cette première étape comprend deux principaux outils : la charte du projet et le **diagramme spaghetti**. La première nous a permis de comprendre et d'analyser le problème, alors que le deuxième outil nous a permis de cartographier le processus avec les différents intrants et extrants et aussi de mettre en évidence les gaspillages (figure 5).

Figure 5 : Diagramme spaghetti



Quelles que soient l'activité de l'entreprise, la création des habitudes d'organisation du lieu de travail, la veille au respect des normes et procédures sont des valeurs essentielles et des bonnes pratiques professionnelles.

Dans ce cadre, le **tableau d'affichage** est un outil central du management visuel, que nous avons proposé et mis en place. Cet outil de communication s'adresse aux personnels, notamment les opérateurs, les techniciens... Il permet de donner des éléments clés à la compréhension du projet d'amélioration, de communiquer sur l'avancement du projet et d'analyser les écarts par rapport aux normes définies.

Il est à noter que ce tableau comprend les cinq étapes du DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler (un exemple de fiche réalisé est présenté dans l'annexe 2). La fiche comprend des informations sur le lean six sigma, des détails des outils utilisés dans chaque étape du projet.

Etape 2 : Mesurer

Pour cette deuxième étape, les outils réalisés sont la cartographie de la chaîne de valeurs (VSM), le diagramme d'ishikawa et le QQQQCP.

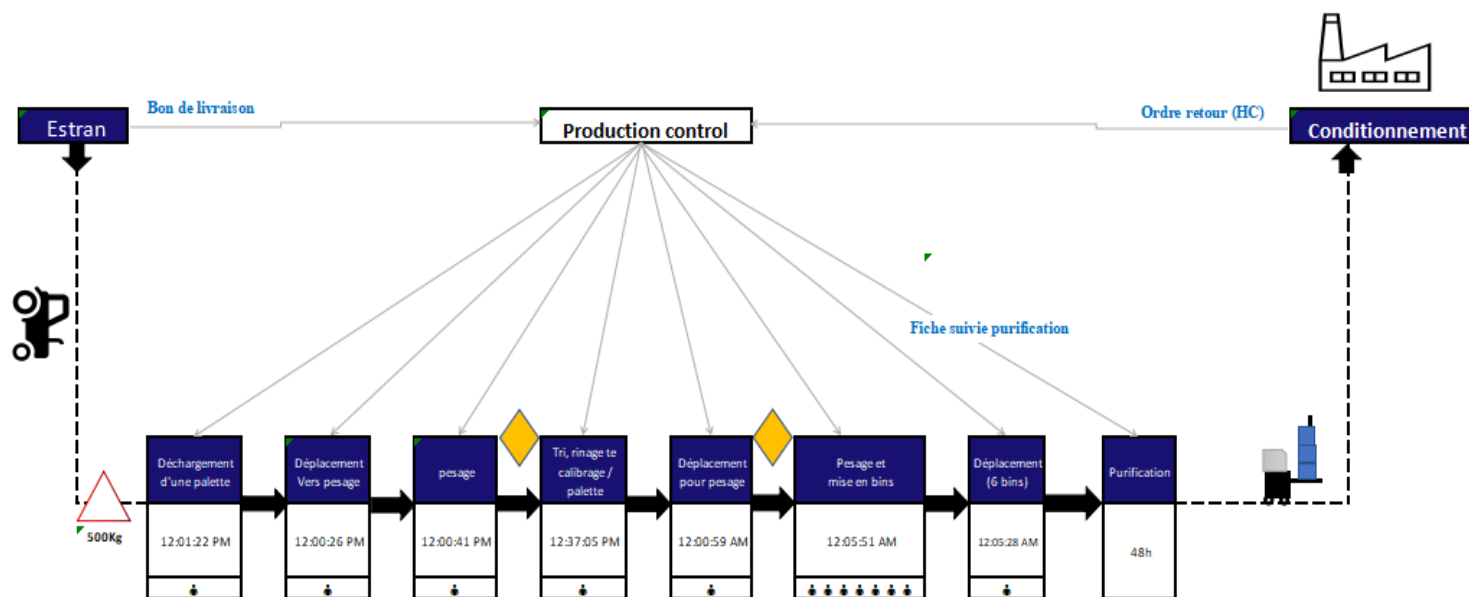
La VSM est souvent utilisée dans les projets d'amélioration, puisqu'elle permet de visualiser les flux. Sa réalisation repose sur une démarche structurée, que nous avons suivie pour cartographier les flux des deux processus : réception et conditionnement.

Démarche de réalisation de la VSM

- a) Suivre les flux de préparation du produit en récupérant des informations fiables, sur:
 - les tâches effectuées ;
 - les informations échangées;
 - chronométrage de temps de cycles et de temps d'attentes ;
 - les tailles de lots, les stocks et les en-cours ;
 - la performance et la sous-performance des processus.
- b) Représenter d'une manière visuelle et précise chaque opération tout au long des flux physiques et d'information.
- c) poser les questions clés et dessiner la chaîne de valeur.

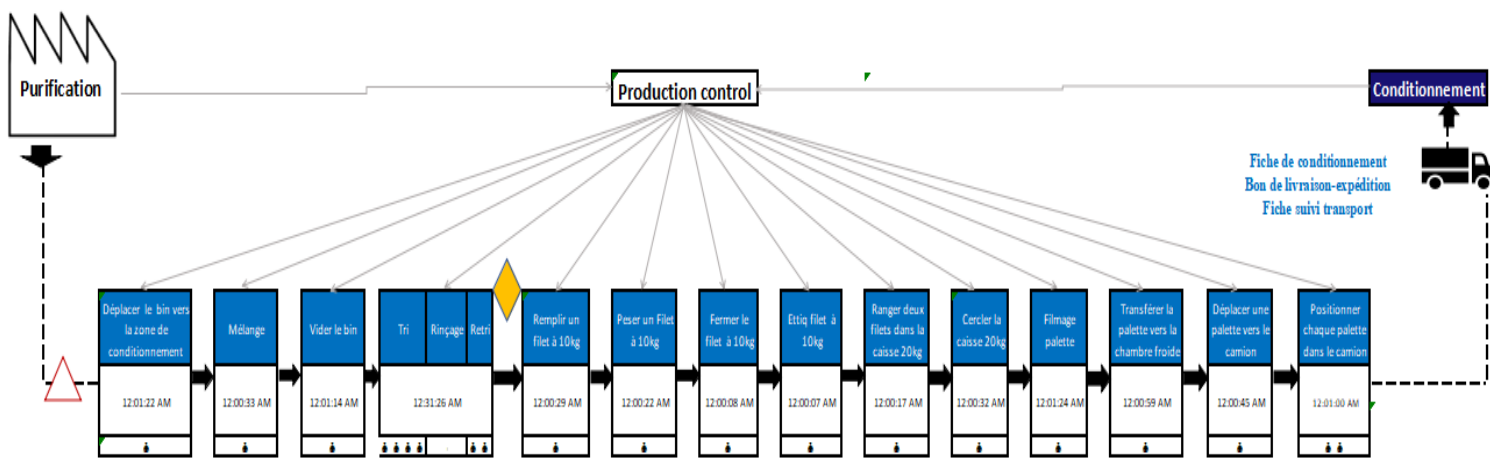
Les figures 6 et 7 présentent la VSM du processus de réception et celle de conditionnement actuel de l'entreprise "X".

Figure 6: Cartographie actuelle de la chaîne de valeurs du processus de réception



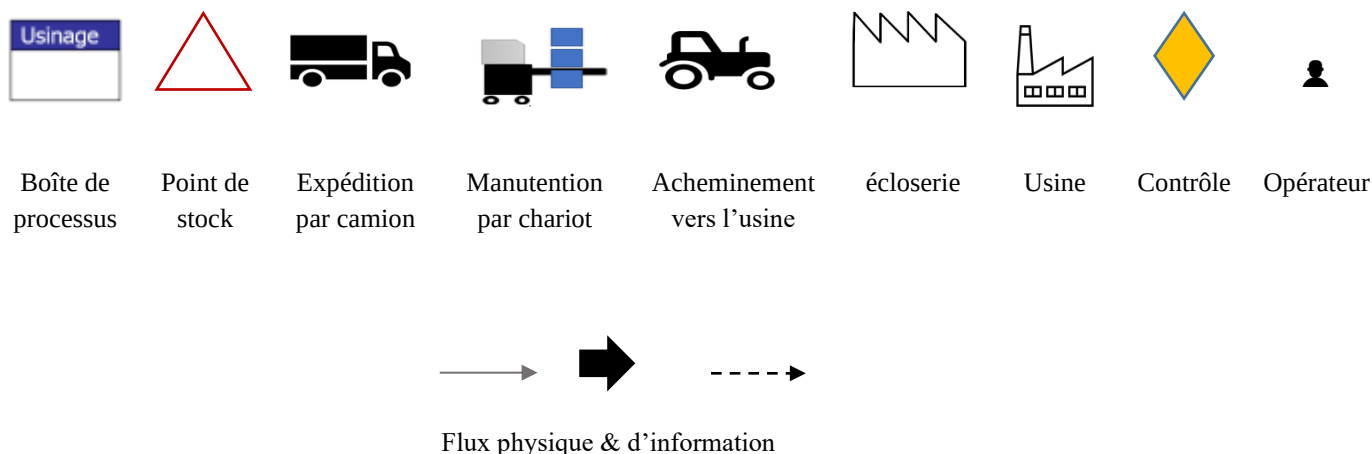
Source : Auteur

Figure 7 : VSM du processus de conditionnement



Source : Auteur

Figure 8: Légende de la VSM



Indicateurs impactant la productivité des processus: réception et conditionnement

Les résultats du guide et des outils développés avant, en plus du diagramme d'ishikawa et de la méthode QQQQCP ont permis de **détecter les mouvements inutiles** durant les opérations et de **déterminer les indicateurs impactant la productivité** (tableau 2).

Figure 9. Questionnement sur la productivité

Qui est concerné ?	Les employés, le responsable de la station, le coordinateur supply chain et toute l'entreprise.
Quoi ? Qual est le problème ?	Pertes de productivité au sein de la station
Où apparaît le problème ?	La station de conditionnement
Quand ? apparaît le problème ?	Lors du travail quotidien des opérateurs
Comment apparaît le problème ?	Perte de temps dans la recherche des pièces dans le magasin L'accès aux différents objets est difficile
Pourquoi le problème existe ?	Mal organisation ; Absence d'une traçabilité de suivi Absence d'un consentement sur les endroits des différents objets utilisés ; Absence d'un cadrage du travail des opérateurs par rapport à l'arrangement ; Organisation et nettoyage

Figure 10. Diagramme Ishikawa

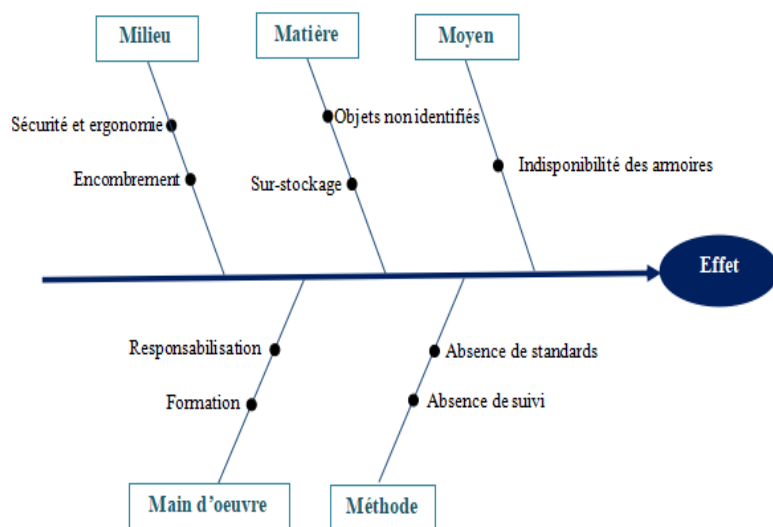


Tableau 2. Indicateurs intrants des processus de réception et conditionnement

Indicateurs d'intrants	Indicateurs de processus clés	Indicateur d'extrants
- Sécurité - Taux de motivation du personnel - Taux d'expertise des opérateurs	- Taux d'accidents - Taux d'absence - taux de planification des formations - Taux d'efficacité de tri lors de la réception/expédition	Productivité
Taux qualité	- Taux de productivité globale	
Taux productivité	- Taux de productivité par opérateur - La quantité produite en kg par heure.	

Source : Auteur

Etape 3: Analyser

Cette phase repose sur l'identification d'un (ou des) goulot(s) d'étranglement, la mesure des dispersions des temps de cycle des processus (réception et conditionnement) et l'analyse du travail des opérateurs.

- Identification d'un goulot d'étranglement

D'après le temps de cycle de chaque opération calculé sur la VSM du processus de conditionnement, un goulot d'étranglement est identifié au niveau des deux opérations : vider le bac de l'eau de purification et le mélange des produits. La faible cadence des flux est expliquée par un déséquilibre du temps d'attente pour la réalisation de l'une des deux opérations.

- Mesure des dispersions des temps et cycle des processus:

Tous les outils développés avant sont complétés par la mesure de dispersions des temps de cycle des deux processus étudiés. Le tableau 3 et 4 présente les résultats de calcul du temps moyen de chaque opération, suivie du calcul des paramètres de dispersion, à savoir: la variance, l'écart type et l'écart type relatif.

D'après ces tableaux, les postes qui correspondent à une grande dispersion sont : le mélange des palourdes (poste 2); le pesage des filets (poste 6) et le rangement des filets dans des caisses (poste 9). Il faut cependant souligner que la dispersion constatée au poste de pesage est due au manque d'exactitude lors du remplissage des filets manuellement par les opérateurs.



Tableau 3. Dispersions des temps de cycle des postes de réception

Poste	Durée en s	$\bar{X}$	σ^2	σ	σ relatif
Décharger (palette)	80	82,6667	9,55556	3,09121	3,74%
	81				
	87				
Peser une palette	30	26,6667	22,2222	4,71405	17,68%
	30				
	20				
Déplacer une palette	45	37,5	56,25	7,5	20,00%
	30				
Trier-Rincer-Calibrer (500kg)	2221	2225,5	20,25	4,5	0,20%
	2230				
Déplacer une palette	60	59	1	1	1,69%
	58				
Peser et mettre en bins (500 kg)	426	473,5	2256,25	47,5	10,03%
	521				



Tableau 4. Dispersions des temps de cycle des postes de conditionnement

Opération	Durée en s	$\bar{X}$	$(x-\bar{X})^2$	σ^2	σ	σ relatif
Déplacer un bac	86	82,25	14,0625	30,6875	5,53963	6,74%
	79		10,5625			
	89		45,5625			
	75		52,5625			
Vider le bac	58	74	256	290,5	17,0441	23,03%
	102		784			
	63		121			
	73		1			
Mélanger le contenu	47	37,8	84,64	186,16	13,644	<u>36,10%</u>
	33		23,04			
	58		408,04			
	18		392,04			
	33		23,04			
Trier-ricer-retrier	413	314,4	9721,96	5973,04	77,2854	24,58%
	404		8028,16			
	266		2342,56			
	245		4816,36			



	244		4956,16			
Remplir les filets	35	29,556	29,642	75,8025	8,70646	29,46%
	44		208,642			
	25		20,7531			
	42		154,864			
	17		157,642			
	20		91,3086			
	26		12,642			
	30		0,19753			
	27		6,53086			
Peser	13	22,429	88,898	118,816	10,9003	<u>48,60%</u>
	44		465,327			
	22		0,18367			
	20		5,89796			
	12		108,755			
	14		71,0408			
	32		91,6122			
Fermer	8	8	0	1,5	1,22474	15,31%
	7		1			
	10		4			



	7		1			
Etiqueter	8	7,75	0,0625	0,6875	0,82916	10,70%
	9		1,5625			
	7		0,5625			
	7		0,5625			
Ranger dans la caisse	25	17	64	39,6667	6,29815	<u>37,05%</u>
	9		64			
	10		49			
	21		16			
	14		9			
	23		36			
Cercler les caisses	22	32,5	110,25	66,9167	8,18026	25,17%
	33		0,25			
	28		20,25			
	26		42,25			
	41		72,25			
	45		156,25			
Filmer une palette	80	59,667	413,444	244,222	15,6276	26,19%
	57		7,11111			
	42		312,111			



Déplacer une palette vers la chambre froide	104	84,4	384,16	168,24	12,9707	15,37%
	71		179,56			
	82		5,76			
	71		179,56			
	94		92,16			
Charger une palette	44	45	1	38	6,16441	13,70%
	53		64			
	38		49			
Mettre en place une palette (dans le camion)	44	50.33	40.11	33.55	5.79	11,51%
	58		58.77			
	49		1.77			

- Observation et **analyse du travail** des opérateurs

A ce niveau, nous constatons une absence d'une démarche qui encadre les activités de nettoyage au sein de la société, malgré la forte implication des opérateurs dans la réalisation des tâches opérationnelles.

En effet, la définition et la mise en place d'une démarche de gestion efficace, joue un rôle important dans l'amélioration de l'environnement du travail, par une organisation des tâches et le respect des règles sécurisant l'opérateur.

Etape 4: Améliorer

Le plan d'amélioration réalisé est résumé en quatre points :

- Mise en place des 5S (figure 11)
- La réalisation d'une fiche d'évaluation, qui permet de veiller sur l'application des 5S et de suivre en continu la réactivité quotidienne des collaborateurs face aux standards, notamment les opérateurs (puisqu'ils sont les plus proches du problème) (Tableau 5).
- L'élaboration du tableau QRQC avec une durée de résolution maximale limitée à 10 minutes (tableau 6).
- L'organisation des formations au profit notamment des opérateurs et des techniciens. L'intérêt de ces formations est de les sensibiliser sur l'importance de l'approche et le maintien des actions.

Des recommandations pour l'élimination du goulot :

- Ajouter des opérateurs sur le poste ;
- Mettre en place un stock tampon ;
- Automatiser l'opération.

En général, les solutions techniques diffèrent d'un cas à l'autre. Ces solutions doivent être adaptées aux conditions spécifiques de l'entreprise.

Figure 11. Quelques photos de la station avant et après l'instauration des 5S



	Bien conforme 1	Conforme 0,75	Moyennement conforme 0,5	Moins conforme 0,25	Non conforme 0
S1	Il n'y a pas des pièces ou matériaux inutilisés sur terrain				
	Tous les matériaux utiles sont présents				
	Pas de matières utiles entre les utiles et vice versa				
	Pas de risque de sécurité				
	Chaque objet est à sa place				
S2	Tous ces endroits sont évitables pour tout le monde				
	Les objets utiles sont proches ou pas selon l'usage				
	Tout est rangé après usage				
	L'espace est bien nettoyé				
S3	Les équipements sont bien nettoyés				
	Les matériaux de nettoyage sont bien nettoyés après usage et présents exactement dans leur endroit				
	Pas d'autres problèmes de nettoyage				
	L'information est disponible				
S4	Les normes bien connues				
	Les quantités bien connues				
	Affichage				
S5	Audit 5S effectué chaque jour				
	Engagement de toute l'équipe				
	Total	.../20			
	Commentaire :				

Tableau 6. Tableau QRQC

N°	QRQC								
	Le problème			Les actions			La solution		
	La date	Le problème	Les hypothèses	Quoi?	Qui?	Délai	Vrification	Validation	
1									
2									
3									
4									
5									

Comme indiqué ci-avant, les mesures d'accompagnement diffèrent d'un cas à l'autre, en fonction des besoins spécifiques. Au niveau de cette étude, d'autres mesures ont été proposées en lien avec l'organisation des postes, la planification, l'ordonnancement des tâches et la sécurité des opérateurs.

Étape 5: Contrôler

L'exécution, le maintien et le suivi des actions permettent d'améliorer efficacement les deux processus étudiés. Plusieurs tests empiriques ont été réalisés pour mesurer l'apport de la démarche proposée sur la fois la productivité et le temps de cycle (tableaux 7 & 8).

Tableau 7. apport de la démarche sur la productivité

	Avant				Après				Gain en productivité
	Quantité en kg	Durée en h	Productivité kg/h	$\bar{X}$	Quantité en kg	Durée en h	Productivité kg/h	$\bar{X}$	
Test 1	119	0,14111	843,307	953,80	114	0,1	1140	1068,96	115,16kg/h
Test 2	117	0,12472	938,085		109	0,10556	1032,63		
Test 3	135	0,125	1080		104	0,10056	1034,25		

Tableau 8. apport de la démarche sur le temps de cycle

	Avant				Après				Ecart
	Quantité en kg	Durée en s	durée/kg	$\bar{X}$	Quantité en kg	Durée en s	durée/kg	$\bar{X}$	
Test 1	119	508	4,268908	3,813283	114	360	3,157895	3,374967	0,4383s/kg soit 7min18s/t
Test 2	117	449	3,837607		109	380	3,486239		
Test 3	135	450	3,333333		104	362	3,480769		

7. CONCLUSION

L'amélioration de la productivité et les gaspillages font partie des principales préoccupations du secteur de l'aquaculture. Les gaspillages peuvent se produire à différents niveaux de la chaîne de valeur : de la production à la consommation finale, en passant par la récolte et la distribution. En effet, les entreprises de production restent la principale responsable des gaspillages.

En économie, la réduction des gaspillages permet de produire des avantages concurrentiels, et entraîne des effets positifs sur la productivité et la performance de l'entreprise, sur les conditions du travail et sur le degré de satisfaction des clients.

Ainsi, l'élimination des gaspillages nécessite de concevoir et mettre en place des solutions innovantes adaptées, qui intègrent la nature dynamique et complexe des industries de l'aquaculture.

Au Maroc, l'aquaculture est un secteur générateur d'emplois et de devises. Le développement de la production des produits aquacoles est une priorité nationale.

Dans cet article, nous avons proposé l'approche lean six sigma, comme démarche d'amélioration de la productivité et d'élimination des gaspillages. L'objectif était de sensibiliser les acteurs du secteur de l'importance de l'amélioration continue, précisément du lean six sigma dans la gestion et l'amélioration de l'efficacité des processus opérationnels. Aussi, de finir par traiter un cas réel d'une entreprise d'élevage, située au sud du Maroc.

Le recours à cette approche dans l'aquaculture aura un impact significatif sur l'industrie, ses employés et ses clients. Il sera une source d'amélioration et d'excellence opérationnelle, et un pilier de développement des chaînes logistiques.

Pour notre cas d'étude, intitulé dans cet article l'entreprise «X», l'implémentation de la démarche d'amélioration lean six sigma était un pas important qui présente plusieurs avantages tant organisationnels que opérationnels.

Cependant, ce travail présente différentes limites en raison de la difficulté à l'accès aux données et à la

gestion des changements dans les entreprises, qui ne peut pas être réalisé sans l'intégration des hommes et des processus.

BIBLIOGRAPHIE

Barbara Wheat, Chuck Mills et Mike Carnell 2001. *Leaning into Six Sigma: The Path to integration of Lean Enterprise and Six Sigma*. Pub. Partners, Boulder City, Nev.

FAO. 2022. *La Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2022. Vers une transformation bleue*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461fr>

Kumar, C. C., Naidu, N. V. R., & Ravindranath, K. (2011). Performance improvement of manufacturing industry by reducing the Defectives using Six Sigma Methodologies. *IOSR journal of Engineering*, 1(1), 1-9.

Büyükoçkan, G., & Öztürkcan, D. (2010). An integrated analytic approach for Six Sigma project selection. *Expert Systems with Applications*, 37(8), 5835-5847.

Sin, A. B., Zailani, S., Iranmanesh, M., & Ramayah, T. (2015). Structural equation modelling on knowledge creation in Six Sigma DMAIC project and its impact on organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 168, 105-117.

Garg, D., Narahari, Y. and Viswanadham, N., 2004. Design of six sigma supply chains. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1(1), pp.38-57.

Uluskan, M., Godfrey, A. B., & Joines, J. A. (2017). Integration of Six Sigma to traditional quality management theory: an empirical study on organisational performance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 28(13-14), 1526-1543. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1150173>

Singh, H., & Lal, E. H. (2016). Application of DMAIC technique in a manufacturing industry for improving process performance-A case study. *International Journal on Emerging Technologies*, 7(2), 36-38.

Costa, L.B.M., Godinho Filho, M., Fredendall, L.D. and Paredes, F.J.G., 2018. Lean,

Six Sigma, and Lean Six Sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, pp.122-133.

Pearce, A., & Pons, D. (2019). Advancing lean management : The missing quantitative approach. *Operations Research Perspectives*, 6, 100114. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2019.100114>

Martínez-Jurado, P. J., & Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean Management, Supply Chain Management and Sustainability : A Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 85, 134-150. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.042>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

Sparrow, P., & Otaye-Ebede, L. (2014). Lean management and HR function capability : The role of HR architecture and the location of intellectual capital. *The International Journal of Human Resource Management*, 25(21), 2892-2910. <https://doi.org/10.1080/09585192.2014.953975>

-
- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471. <https://doi.org/10.1108/17410380610662889>
- Patel, M., & Desai, D. A. (2018). Critical review and analysis of measuring the success of Six Sigma implementation in manufacturing sector. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(8), 1519-1545.
- Antony, J., Scheumann, T., Sunder M, V., Cudney, E., Rodgers, B., & Grigg, N. P. (2022). Using Six Sigma DMAIC for Lean project management in education: a case study in a German kindergarten. *Total Quality Management & Business Excellence*, 33(13-14), 1489-1509.
- Orlov, A. K., & Kankhva, V. S. (2022). Lean construction concept used to develop infrastructure facilities for tourism clusters. *Buildings*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/buildings12010023>
- de Oliveira Rezende, M., Saade, M. R. M., Nunes, A. O., da Silva, V. G., Moris, V. A. S., & Silva, D. A. L. (2022). A Lean and Green approach for the eco-efficiency assessment on construction sites: description and case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02265-y>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Vieira, S. M. O., & Lopes, R. B. (2019). Improving production systems with lean: A case study in a medium-sized manufacturer. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 33(2), 162–180. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2019.102469>
- Klochkov, Y., Gazizulina, A., & Muralidharan, K. (2019). LEAN SIX SIGMA FOR SUSTAINABLE BUSINESS PRACTICES: A CASE STUDY AND STANDARDISATION. *INTERNATIONAL JOURNAL FOR QUALITY RESEARCH*, 13(1), 47–74. [https://doi.org/10.24874/IJQR13.01-04 WE -Emerging Sources Citation Index \(ESCI\)](https://doi.org/10.24874/IJQR13.01-04 WE -Emerging Sources Citation Index (ESCI))
- Powell, D., Lundebj, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LEAN SIX SIGMA*, 8(1), 53–64. [https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024 WE -Social Science Citation Index \(SSCI\)](https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024 WE -Social Science Citation Index (SSCI))
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- sche F, Eggert H, Oglend A, Roheim CA, Smith MD. Aquaculture:externalities and policy options.Rev Environ Econ Policy. 2022;16(2):282-305. doi:10.1086/721055
- Bergesen, O., & Tveterås, R. (2019). Innovation in seafood value chains: the case of Norway. *Aquaculture Economics & Management*, 23(3), 292-320.
- Kumar G, Engle C, Tucker C. Factors driving aquaculture technology adoption.J World Aquacult Soc. 2018;49(3):447-476. doi:10.1111/jwas.12514
- Kumar G, Engle C, Avery J, et al. Characteristics of early adoption and non-adoption of alternative catfish production technologies in the U.S. *Aquacult Econ Manag*. 2021;25(1):70-88. doi:10.1080/13657305.2020.1803446.



Annexe : Guide d'entretien

Thème 1 : Motivation, intégration et responsabilité du personnel

1. Désignez-vous des chefs d'équipes au niveau de votre entreprise ?
2. Organisez-vous des formations au faveur du personnel ?
3. Comment décrivez-vous la réactivité du personnel face aux tâches confiées ?
4. Comment vous orientez et encouragez le travail en équipe ?
5. Suivez-vous la participation individuelle de chacun dans les travaux collectifs ? si oui, comment ?

Thème 2 : Organisation des processus

6. Sur quels indicateurs vous vous basez pour évaluer votre performance en travail ?
7. Quelle démarche suivez-vous, afin de résoudre les problèmes rencontrés ? de quelle nature sont-ils ?
8. Utilisez-vous un tableau d'affichage au sein de l'entreprise? Si oui, qu'est-ce que vous affichez ?
9. Quel adjectif associez-vous de manière approximative à votre taux de pannes machines? faible, élevé ou moyen ?
10. Pratiquez-vous une culture d'étiquetage et de zonage pour n'importe quel objet au sein de l'entreprise ?
11. Certaines activités sont-elles informatisées ou automatisées ?
12. Quels sont les principaux défis auxquels votre entreprise est confrontée en termes de gestion opérationnelle?

Thème 3 : Gestion du temps

13. Comment décrivez-vous votre respect par rapport aux délais clients ?
14. Le processus de conditionnement prend presque combien de temps ? cet intervalle est-il constant ?